

第一篇

铸件质量标准与品质等级

第一章 铸件质量标准

标准是由国家承认的标准制订单位批准的对各种产品(铸件)规格、材料规格、试验方法、术语定义或推荐的工艺方法的规定。

我国的国家标准(GB)是由国家技术监督局批准并颁行的,有关铸件质量的各种标准一经接纳、贯彻与实施,可取得明显的效果和效益。

国际标准是由国际标准化组织批准并颁行的。我国是国际标准化组织(ISO)的主要成员国之一,按国家现行的政策,国际标准可以等效地视为国家标准。

我国还有各工业部门标准化组织颁行的各种行业标准,在暂时没有适用的国家标准的情况下,也可采用各种有关的行业标准。

按照国家技术监督局的规定,一些公认的外国先进标准也可以作为标准采用。

各企业还可以制订内控标准,这种“标准”可能在具体项目上较国家标准规定严格。如为了提高铸钢件的焊接性能,把碳的实际控制量比标准降低 0.05%,生产成本增高有限,但铸件的适用性和机械产品的功能大增,可更好地适应国际市场需要,增加机电产品的出口竞争能力。

铸件质量标准定量地表示铸件满足一定要求的适用程度,例如抗磨白口铸铁标准 GB 8263—87 中硬度是保证抗磨的必备条件,成分、金相组织和力学性能是供协议的保证条件,而热处理工艺、熔炼和铸造方法都是参考条件。

铸件质量标准不仅包含交货验收技术条件标准、铸件质量分等通则(JB/JQ82001—90),还有材质、检验方法、工艺和材料规格等一般性规范。

第一节 铸件精度标准

铸件几何形状精度决定于机械加工余量、铸件尺寸和重量同额定量的偏差,在其他条件相同场合下,几何形状精度从机械加工工作量和金属用量两方面来说,反映了工艺过程的先进程度。

尺寸及重量的容许偏差和铸件的机械加工余量,分别按 GB 6414—86、GB/T 11351—89、GB/T 11350—89 标准和订货的技术条件决定,而实际偏差按技术检查部门的数据判定。所谓铸件尺寸控制是在实测平均值与铸件名义尺寸符合前提下,控制实测值的离散程度。这种离散原因通常是由于生产技术条件和原材料特性等随机变化或系统误差所引起。应该根据误差性质作出判断和相应对策,提高尺寸精度满足标准的要求。

有时,整个铸件上只有一两个尺寸要求较严格的毛坯尺寸公差,这时就没有必要将全部尺寸都按同一等级规定公差。为提高铸件精度等级,一般可以改用金属模具,需要显著提高时则必须变换造型方法,比如采用壳型铸造或其他精密铸造工艺,但必然会导致模具费用增高,生产准备周期延长,铸件成本会成倍地增加。

评定铸件几何形状精度时,除了加工面余量、铸件重量偏差需加规定外,最有代表性的壁厚和筋厚的公差范围或偏差范围也应给定。结构必需的壁厚由铸件设计者决定,最小容许壁厚由铸造工艺师确定。在大多数情况下,设计者的决定形成图样上标出的壁厚。这一设计壁厚与实际壁厚之间的容许偏差是表征铸件几何形状精度的重要指标。

第二节 铸件表面质量标准

铸件非加工表面和外观质量对铸件商品性颇有影响,它们包括:

- (1)表面凹凸度(涨箱、缩陷和夹砂)。
- (2)表面或内腔清洁度(粘砂、粘“涂料层”)。
- (3)平面度偏差(非加工面起伏不平)。

(4)表面粗糙度。

(5)轮廓清晰度(凸台、脐子等结构单元的轮廓清晰度,用肉眼评定)。

上述 1、2 属表面缺陷,在本书相应章节详细讨论。表面平面度偏差与铸件重量及长度有关,机床行业标准如表 1-1-1(JB2278—78)。

表 1-1-1 不同重量(W)及长度(L)非加工面评定

等 级	类 别	表面平面度偏差 mm/500mm			
		$W \leq 10t \quad L \leq 2m$	$W \leq 10t \quad L = 2 \sim 4m$	$W \leq 10t \quad L > 4m$	$W > 10t$
优等品		$\leq 1.5 \sim 2.5$	$\leq 2.0 \sim 3.0$	$\leq 2.5 \sim 3.5$	$\leq 3.5 \sim 5.0$
一等品		$\leq 2.0 \sim 2.5$	$\leq 2.0 \sim 3.0$	$\leq 2.5 \sim 3.5$	$\leq 4.5 \sim 5.0$
合格品		$\leq 2.0 \sim 3.0$	$\leq 2.0 \sim 3.5$	$\leq 2.5 \sim 4.0$	$\leq 4.5 \sim 6.0$

铸件加工表面粗糙度可用均方根值或微观不平度 10 点高度(R_z)来描述。铸件非加工表面则是反映铸型表面的凸凹的状况,无规律可循,因此用均方根值方法测定铸件非加工表面粗糙度存在困难。目前,各国都采用标准对比样块来评定铸件非加工表面的粗糙度。我国 85 年颁布铸造表面粗糙度比较样块标准 GB 6061.1—85,用表面轮廓算术平均偏差 R_a 及 $R_z(\mu m)$ 参数表示不同造型方法和合金铸件可能获得的粗糙度。

第三节 铸件功能质量标准

铸件材料特性决定其功能和使用条件。所谓功能质量是指在特定环境条件(高温、受压且以力学指标为考核依据)下工作可满足技术标准要求的特性总和,或满足一般强度要求适用程度的质量指标。前者如不锈钢铸件标准(GB 2100—80)规定出化学成分、热处理和验收条件。后者如球墨铸铁件标准(GB 1348—88)规定出按强度分等的方法和检验规则。灰铸铁同样以应力强度为验收依据和功能指标。近年来出现一些综合指标评定铸件金属材料的质量水平。例如以品质系数(GZ)作为灰铸铁件质量的综合指标

$$GZ = \frac{\text{相对强度}(RG)}{\text{相对硬度}(RH)} = \frac{\sigma_b}{HB} \cdot \frac{530 - 334 S_c}{102 - 82.5 S_c}$$

式中 σ_b ——抗拉强度(MPa);

HB——布氏硬度;

S_c ——共晶度或碳饱和度($C/(4.26 - 0.3(Si + P))$), C 为总含碳量。

或
$$GZ = \frac{\text{相对强度}(RG)}{\text{相对硬度}(RH)} = \frac{\sigma_{b\text{实测}}}{HB_{\text{实测}}} \frac{538 - 355 S_c}{1000 - 809 S_c}$$

$\sigma_{b\text{实测}}$ ——灰铸铁实测抗拉强度,试样毛坯直径 30mm(MPa);

$HB_{\text{实测}}$ ——灰铸铁实测硬度,HB < 186 时上式才有效;

S_c ——共晶度或碳饱和度;

$$S_c = \frac{C_{\text{总}}}{4.26 - 0.31Si - 0.27P}$$

$C_{\text{总}}$ ——总含碳量(%);

Si——含硅量(%);

P——含磷量(%)。

GZ 值在 0.7 ~ 1.4 范围内,其值越大,表明灰铸铁质量越好,生产技术水平亦越高。

适合一般工程用铸造碳钢件标准(GB 11352—89)是通过规定力学性能(屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 、抗拉强度 σ_b)间接地限定化学成分。工厂应通过多元线性回归,找到以 σ_b , $\sigma_{0.2}$ 和延伸率 δ 为目的变数;碳、锰、硅及硫、磷为独立变数的回归方程,使硫、磷成分一定(0.04%),便可找到对应于 σ_b 与 $\sigma_{0.2}$ 的最佳碳、锰与硅元素搭配。或者在这些主要元素上限规定的条件下,获得要求强度下成分的变动范围。化学成分与性能之间关系通过重回归分析,有利于进行过程控制。

高合金钢铸件,由于其特殊性能主要决定于化学成分,它成为决定铸件功能特性和使用条件主因,在标准中规定了核对分析和产品分析对炉次分析的允许偏差。

第二章 铸件品质评定内容及等级

第一节 品质(质量)评定内容

品质铸件(质量)按如下三方面评定:成品品质(质量),生产过程的技术管理,用户服务与反馈。

成品品质(质量)包括铸件的外观品质(质量)和内在品质(质量)。

外观品质(质量):尺寸公差,表面粗糙度质(重)量公差,焊补品质(质量),浇冒口残留量,表面缺陷等。

内在品质(质量):力学性能,化学成分,金相组织,内部缺陷等。

生产过程的技术管理包括采用标准情况,工艺文件,检测手段等项目。

用户服务与反馈为单一检测项目,它是指用户对铸件品质(质量)的客观评价。

第二节 品质(质量)等级

铸件按其达到的质量指标,分为三等:合格品,一等品,优等品。分别要求如下:

合格品—铸件的外观品质(质量)、内在品质(质量)符合现行国家标准、行业标准(部标准);铸件生产过程品质(质量)稳定;用户评价铸件能满足使用性能。

一等品—铸件的外观品质(质量)、内在品质(质量)符合现行国家标准、行业标准(部标准),达到工业发达国家 20 世纪 70 年代末、80 年代初的水平;铸件生产过程品质(质量)稳定,用户评价铸件品质(质量)能达到国内先进水平。

优等品—铸件的外观品质(质量)、内在品质(质量)符合现行国家标准、行业标准(部标准),达到国际同类铸件的当代先进水平;铸件生产过程品质(质量)很稳定;用户评价铸件达到当代国际水平,并在国际市场上有竞争能力。

第三章 铸件品质分等

第一节 外观品质(质量)

一、尺寸公差

铸件尺寸公差按 GB/T 6414—1999 规定。

铸件尺寸公差分等规定,见表 1-3-1。

表 1-3-1 铸件尺寸公差分等(JB/JQ 82001—1992)

铸件类别		成批和大量生产						单件和小批生产		
		质量分等	砂型手工造型 ≤	砂型机器造型 壳型≤	金属型 ≤	低压铸造 ≤	压力铸造 ≤	熔模铸造 ≤	干湿砂型 ≤	自硬砂型 ≤
铸钢件		优等品	CT10	CT8	—	—	—	CT4	CT12	CT12
		一等品	CT11	CT9	—	—	—	CT6	CT13	CT13
		合格品	CT13	CT10	—	—	—	CT7	GT15	CT14
铸铁件	灰铸铁	优等品	CT10	CT8	CT7	CT7	—	CT5	CT12	CT11
		一等品	CT11	CT9	CT8	CT8	—	CT6	CT13	CT12
		合格品	CT13	CT10	CT9	CT9	—	CT7	CT15	CT13
	球墨铸铁	优等品	CT10	CT8	CT7	CT7	—	CT5	CT12	CT11
		一等品	CT11	CT9	CT8	CT8	—	CT6	CT13	GT12
		合格品	CT13	CT10	CT9	CT9	—	CT7	GT15	CT13

铸件类别		成批和大量生产							单件和小批生产	
		质量分等	砂型手工造型 ≤	砂型机器造型壳型≤	金属型 ≤	低压铸造 ≤	压力铸造 ≤	熔模铸造 ≤	干湿砂型 ≤	自硬砂型 ≤
铸铁件	可锻铸件	优等品	CT10	CT8	CT7	CT7	—	—	CT12	CT11
		一等品	CT11	CT9	CT8	CT8	—	—	CT13	CT12
		合格品	CT13	CT10	CT9	CT9	—	—	CT15	CT13
有色金属铸件	铜合金	优等品	CT9	CT8	CT7	CT7	CT6	CT4	CT12	CT10
		一等品	CT10	CT9	CT8	CT8	CT7	CT5	CT13	CT11
		合格品	CT12	CT10	CT9	CT9	CT8	CT6	CT15	CT12
	铝合金	优等品	CT8	CT6	CT6	CT6	CT4	CT4	CT11	CT10
		一等品	CT9	CT7	CT7	CT7	CT5	CT5	CT12	CT11
		合格品	CT11	CT9	CT8	CT8	CB7	CT6	CT13	CT12

二、表面粗糙度

铸件表面粗糙度按 GB/T 1031—1995 规定。

铸造表面粗糙度分等分别如下：铸钢件、铸铁件砂型铸造，应符合表 1－3－2，有色金属铸件砂型铸造、金属型铸造应符合表 1－3－3；有色金属压铸件应符合表 1－3－4。

表 1－3－2 铸钢件、铸铁件砂型铸造表面按表面粗糙度 Ra(μm)分等
(JB/JQ 82001—1990)

铸件	等级	铸件质(重)量分类			
		≤50kg ≤	> 50 ~ 1000kg ≤	> 100 ~ 1000kg ≤	> 1000kg ≤
铸 钢	优等品	25	25	25	50
	一等品	25	25	50	100
	合格品	50	50	100	800
铸 铁	优等品	12.5	12.5	12.5	25
	一等品	12.5	12.5	25	50
	合格品	25	25	50	100

三、质(重)量公差

铸件重量公差按 BG/T 11351—1989 规定。

铸件质(重)量公差分等应符合表 1－3－5。

表 1-3-3 有色金属砂型金属型铸造表面按表面粗糙度

Ra(μm)分等(JB/JQ 82001—1990)

工艺方法	合金	等级	铸件质(重)量分类			
			$\leq 20\text{kg}$ $\leq$	$> 20 \sim 50\text{kg}$ $\leq$	$> 50 \sim 100\text{kg}$ $\leq$	$> 100\text{kg}$ $\leq$
砂 型	铜合金	优等品	6.3	6.3	12.5	25
		一等品	12.5	12.5	25	50
		合格品	25	25	50	100
	铝合金	优等品	6.3	6.3	12.5	
		一等品	6.3	6.3	12.5	
		合格品	12.5	12.5	25	
金 属 型	铜合金	优等品	3.2	6.3	12.5	12.5
		一等品	6.3	12.5	25	25
		合格品	12.5	25	50	50
	铝合金	优等品	1.6	3.2	6.3	
		一等品	1.6	3.2	6.3	
		合格品	3.2	6.3	12.5	

注 $> 200\text{kg}$ 的铸件,表面粗糙度允许降一级验收。

表 1-3-4 有色金属压铸件按表面粗糙度

Ra(μm)分等(JB/JQ 82001—1990)

合金	等级	铸件质(重)量分类	
		$\leq 1\text{kg}$ $\leq$	$> 1\text{kg}$ $\leq$
钢合金	优等品	1.6	3.2
	一等品	3.2	6.3
	合格品	6.3	12.5
铝合金	优等品	0.8	0.8
	一等品	0.8	1.6
	合格品	1.6	3.2

表 1－3－5 铸件质(重)量公差分等(JB/JQ 82001—1990)

铸件类别		品质质量分等	成批和大量生产					单件和小批生产		
			砂型手工造型 ≤	砂型机器造型及壳型≤	金属型 ≤	低压铸造 ≤	压力铸造 ≤	熔模铸造 ≤	干湿砂型 ≤	自硬砂型 ≤
铸钢件		优等品	MT10	MT8	—	—	—	MT4	MT13	MT12
		一等品	MT11	MT9	—	—	—	MT6	MT14	MT13
		合格品	MT13	MT10	—	—	—	MT7	MT15	MT14
铸铁件	灰铸铁	优等品	MT10	MT8	MT7	MT7	—	MT5	MT13	MT11
		一等品	MT11	MT9	MT8	MT8	—	MT6	MT14	MT12
		合格品	MT13	MT10	MT9	MT9	—	MT7	MT15	MT13
	球墨铸铁	优等品	MT10	MT8	MT7	MT7	—	MT5	MT13	MT11
		一等品	MT11	MT9	MT8	MT8	—	MT6	MT14	MT12
		合格品	MT13	MT10	MT9	MT9	—	MT7	MT15	MT13
	可锻铸铁	优等品	MT10	MT8	MT7	MT7	—	—	MT13	MT11
		一等品	MT11	MT9	MT8	MT8	—	—	MT14	MT12
		合格品	MT13	MT10	MT9	MT9	—	—	MT15	MT13
有色金属铸件	铜合金	优等品	MT9	MT8	MT7	MT7	MT6	MT4	MT13	MT10
		一等品	MT10	MT9	MT8	MT8	MT7	MT5	MT14	MT11
		合格品	MT12	MT10	MT9	MT9	MT8	MT6	MT15	MT12
	铝合金	优等品	MT8	MT6	MT6	MT6	MT5	MT4	MT11	MT10
		一等品	MT9	MT8	MT7	MT7	MT6	MT5	MT12	MT11
		合格品	MT11	MT9	MT8	MT8	MT7	MT6	MT13	MT12

四、铸件焊补

除技术文件规定不允许焊补的铸件外，一般情况，允许按有关规定焊补。

五、铸钢件浇冒口切割残余量

按表 1－3－6 分等。

六、铸件表面缺陷

按有关技术文件规定处理。

表 1-3-6 铸钢件浇冒口切割残余量分等(JB/JQ 82001—1990) (mm)

铸钢件浇冒口直径或宽度		≤100	> 100 ~ 200	> 200 ~ 500	> 500 ~ 750	> 750
优等品	残余高度	+3	+4	+6	+9	+13
	凹入量	-2	-3	-3	-5	-5
一等品	残余高度	+3	+5	+7	+10	+15
	凹入量	-2	-3	-3	-6	-6
合格品	残余高度	+3	+6	+10	+13	+19
	凹入量	-2	-3	-3	-6	-6

第二节 内在品质(质量)

一、力学性能

各种铸造合金铸件的力学性能应分别符合各自标准的规定,见表 1-3-7。

表 1-3-7 各种铸件力学性能、化学成分、金相组织的评定标准

铸 件 类 别	力学性能、化学成分标准	金相组织标准
碳钢铸件	GB/T 11352—1989(磷、硫除外)	GB/T 8493—1987
灰铸铁件	GB/T 9439—1988	GB/T 7216—1987
球墨铸铁件	GB/T 1348—1988(磷、硫除外)	GB/T 9441—1988
蠕墨铸铁件	JB/T 4403—1999	
可锻铸铁件	GB/T 9440—1988	
柔性机械接口灰铸铁管	GB/T 6483—1986	
铝合金铸件	GB/T 1173—1995	
铜合金铸件	GB/T 1176—1987	
其他铸件	按有关标准执行	按有关标准评定

二、化学成分

各种铸造合金铸件的化学成分应分别符合各自标准的规定,见表 1-3-7。

三、金相组织

各种铸造合金铸件的金相组织应按各自的标准规定评定，见表 1－3－7。

四、硫、磷含量

铸钢件、球墨铸件铁件的硫、磷含量分等规定，见表 1－3－8。

表 1－3－8 碳钢铸件、球墨铸铁件硫、磷含量分类
(JB/JQ82001—1990) (%)

质量等级	铸 钢 件		球墨铸铁型	
	S	P	S	P
优等品	≤0.030	≤0.030	≤0.010	≤0.70 或 ≤0.060
一等品	≤0.035	≤0.035	≤0.020	≤0.070 或 ≤0.060
合格品	≤0.04	≤0.04	≤0.030	≤0.07

注 ①球墨铸铁件的硫含量系指球化处理后的含量。
②优等品、一等品：铁索体基体球墨铸铁件，P≤0.07%，珠光体基体球墨铸铁件，P≤0.07%；合格品：铁索体和珠光体或混合基体球墨铸铁件，P≤0.07%。

五、铝合金铸件针孔

按 GB/T 7946.3—1999 评定：针孔分等见表 1－3－9。

表 1－3－9 铝合金铸件针孔分等(JB/JQ 82001—1990)

质量等级	I 类 铸 件	II 类 铸 件
优等品	符合一级针孔级别，且允许有不超受检面积 25% 的二级针孔级别	符合二级针孔组别，且允许有不超受检面积 25% 的三级针孔级别
一等品	符合二级针孔级别	符合三级针孔级别
合格品	符合二级针孔级别，且允许有不超受检面积 25% 的三级针孔级别	符合三级针孔级别，且允许有不超受检面积 25% 的四级针孔级别

注 I 类铸件，承受重载荷，工作条件复杂，用于关键部位，铸件损坏将危及整机安全运行的重要铸件。
II 类铸件，承受中等载荷，用于重要部位，铸件损坏将影响部件的正常工作，造成事故。

六、内部缺陷

不得超出供需双方协议及有关标准所允许的范围。

第三节 技术管理

一、工艺文件

铸件生产过程的工艺文件齐全,能满足生产需要。

二、采用标准情况

铸件生产过程中全面贯彻执行国家标准、行业标准(部标准)。

三、检测手段

铸件品质(质量)的检测手段齐全;或虽不齐全,但有铸件检验报告。

第四章 铸件品质评定方法

由全国性的铸件品质(质量)检测机构或其委派机构评定铸件品质(质量)。

铸件品质(质量)评定等级采用“多指标加权综合评价法”。

只有铸件品质(质量)的所有项目都达到相关标准的合格品,才能用该法评定铸件品质(质量)等级。

第一节 评价步骤与评价体系

一、多指标加权综合评价法的步骤

1. 确定铸件品质(质量)分等各级指标 Z 。
2. 确定每项指标(包括子指标)的加权值 W 。
3. 制定指标满足度标准。
4. 实测铸件。评定各级指标满足度 E 。
5. 计算铸件品质(质量)分等指数 C 。
6. 评定铸件品质(质量)等级。

二、铸件品质(质量)评价体系

铸件品质(质量)评价体系,见图 1-4-1。

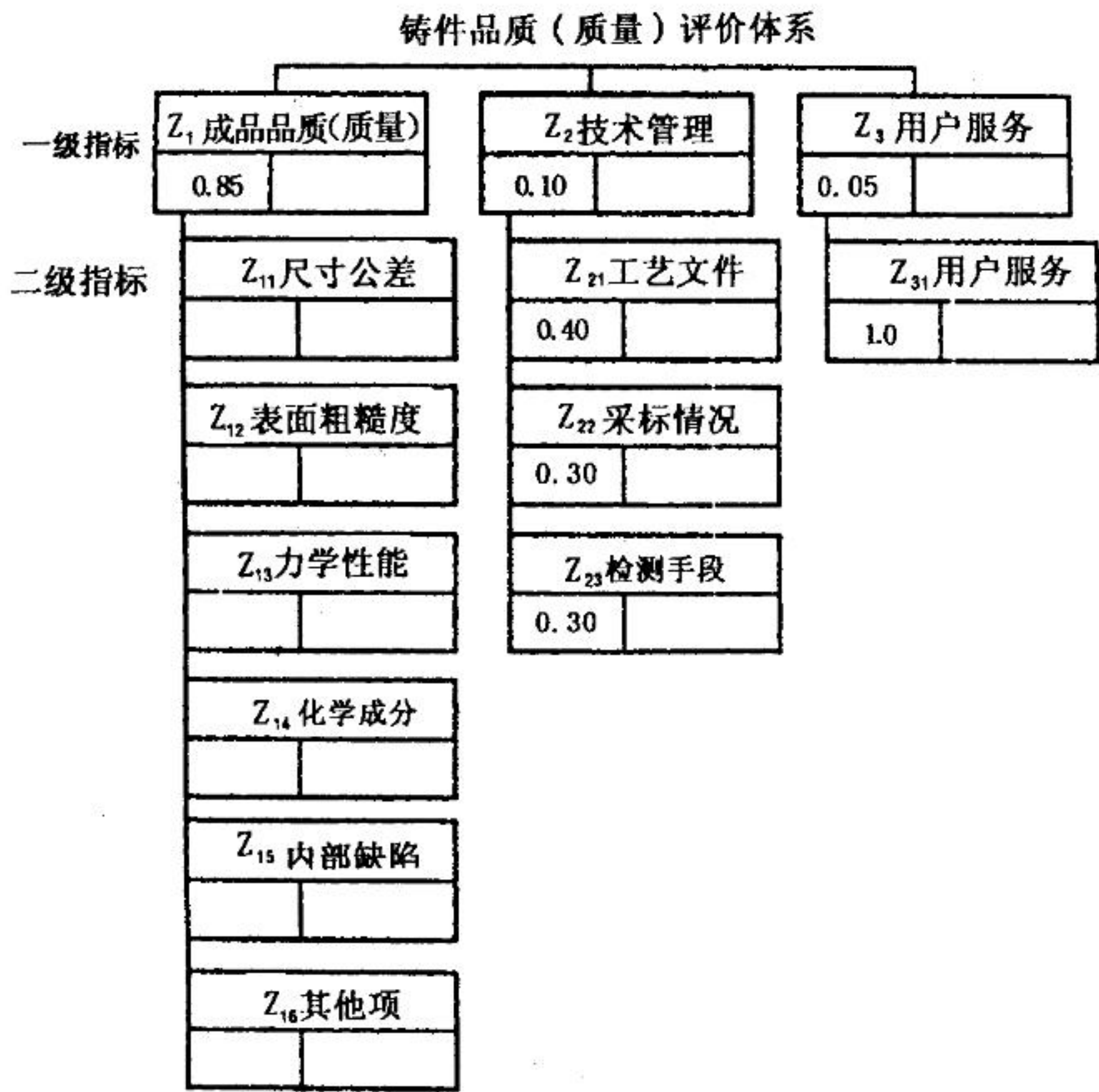


图 1-4-1 铸件品质(质量)评价体系

1. 一级指标及其加权值

铸件品质(质量)分等评价一级指标有三项:铸件成品品质(质量),技术管理,用户服务。其加权值,见图 1-4-1。

2. 二级指标及其加权值

二级指标根据铸件的材质、品种不同而增减。“成品品质(质量)”项的二级指标加权值,在制定各种铸件品质(质量)分等标准时再行确定。二级指标加权值之和等于 1。

(1)有分等指标的品质(质量)项目—尺寸公差,表面粗糙度质(重)量公差,硫磷含量,铝合金针孔,浇冒口残余量,指标满足度,见表 1-4-1。

表 1-4-1 有分等指标的品质(质量)项目的指标满足度
(JB/JQ 82001—1990)

指标名称	合格品	一等品	优等品
尺寸公差	60	80	100
表面粗糙度	60	80	100
质(重)量公差	60	80	100
硫磷含量	60	80	100
铝合金针孔度	60	80	100
浇冒口切割残留量	60	80	100

(2)没有分等的质量项目—力学性能,化学成分,金相组织,表面缺陷,内部缺陷等,按表 1-3-7 中的标准评定,合格即可。指标满足度,见表度 1-4-2。

(3)无标准可循的考核项目,指标满足度,见表 1-4-3。

表 1-4-2 无分等的品质(质量)项目的指标满足度
(JB/JQ 82001—1990)

指标名称	不合格	合格
力学性能	0	100
化学成分	0	100
金 相	0	100
内部缺陷	0	100

表 1-4-3 无标准品质(质量)项目的指标满足度 (JB/JQ 82001—1990)

指标名称	合 格	一 等	优 等
工艺文件	有工艺文件且能执行	工艺文件齐全,严格执行	工艺文件齐全,先进,严格执行
	60	80	100
采标情况	基本按标准组织生产	全面贯彻有关标准	标准先进,指标超过现行标准
	60	80	100
检测手段	检测手段虽不齐全,但能定期测试	检测手段齐全	检测手段先进,齐全
	60	80	100
用户服务	用户服务,有记录	用户服务,有信息反馈	用户服务与信息反馈、分析处理,记录存档
	60	80	100

第二节 铸件品质(质量)分等指数 C

一、铸件品质(质量)分等指数 C 的计算公式

$$C = \sum c_{ij} \tag{4-1}$$

式中 c_{ij} ——二级指标贡献值。

二、二级指标贡献值 C_{ij} 的计算公式

$$C_{ij} = E_{ij} \cdot W_i \cdot W_{ij} \quad (4-2)$$

式中 E_{ij} ——二级指标满足度；

W_i, W_{ij} ——分别为一、二级指标加权值。

三、二级指标满足度 E_{ij} 的计算公式

根据检验数量和检查项目加权,平均计算二级指标成品品质(质量)满足度 E_{ij} ,公式如下:

$$E_{ij} = \frac{(\text{合格项次} \times K_1) + (\text{一等项次} \times K_2)}{\text{总被检项次}} + \frac{\text{优等项次} \times K_3}{\text{总被检项次}} \quad (4-3)$$

式中 $K_1 = 60$ ——合格品满足度；

$K_2 = 80$ ——一等品满足度；

$K_3 = 100$ ——优等品满足度。

四、铸件品质(质量)等级的评定

在所有品质(质量)项合格的基础上,铸件品质(质量)等级按铸件品质(质量)分等指数 C 评定如下:

C 为 80 分以上,铸件品质(质量)为一等品；

C 为 95 分以上,铸件品质(质量)为优等品。